

廃棄物焼却灰の軽量粗骨材への適用に関する研究

秋田大学 学生員 澤田真満, 学生員 川端宏輝, 正員 徳重英信
日本製紙(株) 秋山勇介, 谷口直樹

1 はじめに

製紙工場では大量の電力を扱うために自家発電用の発電ボイラーを各工場で設置しており、その一部は廃タイヤやペーパースラッジなどを燃料とした廃棄物ボイラーである。本研究ではこの廃棄物ボイラーから排出される焼却灰の建設材料への有効利用を目的とし、セメント系固化材を用いて造粒固化し粗骨材への適用を検討した。造粒にはオムニミキサを用い、焼却灰と適切な造粒に必要な水分量、およびセメント系固化材量をパラメータとし、造粒状態の評価から適切な配合を明らかにした。また、粒度試験や破碎試験などによって従来の軽量粗骨材の性能との比較も行い、コンクリート用軽量粗骨材として適用するための適切な配合を明らかにすることを目的とした。

2 実験概要

2.1 配合パラメータ 枠組み確定のための予備試験

配合パラメータの枠組みを設定することを目的として、焼却灰(Bas:密度 3.45g/cm^3), 高炉セメント B 種(C:密度 3.03g/cm^3)を使用材料とした。なお本研究では焼却灰を Bas, セメント材料を C, 水の総量を W, 灰が吸水する水の量を Wb, セメント材料が吸水する水の量を Wc とする。造粒固化を行った配合は $Wc/C=0.3\sim 1.0$, $Wb/Bas=0.45$, $W/Bas=0.48\sim 0.65$, $C/Bas=0.10\sim 0.50$ の範囲とし 16 種類を設定した。各配合の造粒物について JIS A 1120 に準じたふるい分け試験, JIS A 1135 に準じた密度・吸水率試験, および点載荷圧裂強度¹⁾の測定を行った。

2.2 セメント系固化材を用いた練混ぜ試験による配合パラメータ設定

実製品を想定し、かつ溶出抑制効果を付与させるために、地盤改良に用いられているセメント系固化材(C:密度 3.02g/cm^3)を結合材とし、焼却灰(Bas:密度 3.45g/cm^3)と練り混ぜて造粒固化した。配合パラメータは $Wc/C=0.10\sim 1.10$, $Wb/Bas=0.45$, $W/Bas=0.50\sim 0.60$, $C/Bas=0.10\sim 0.56$ の範囲で振分けて 18 種類を設定した。各配合の造粒物に対して外観観察から品質評価を行い、適切な配合パラメータとそれに基づく 7 種類の配合を決定した。なお、外観観察による品質評価の際には、粒径 $5\sim 20\text{mm}$ が多く製造できていること、造粒物同士の塊が少ないことの 2 点をより満たすものを高評価とした。

2.3 セメント系固化材を用いた粗骨材の試験製造

表-1 配合表

2.2 節で決定した配合パラメータを基に、表 1 に示す 7 種類の配合を設定して造粒固化を行った。使用材料は 2.2 節と同様に焼却灰(Bas:密度 3.45g/cm^3), セメント系固化材(C:密度 3.02g/cm^3)を用い、測定項目は JIS A 1120 に準じたふるい分け

配合名	Bas(g)	C(g)	W(g)	Wb	Wc	W/Bas	Wb/Bas	Wc/C	C/Bas
54-18-50	3500	1750	1890	1575	315	0.54	0.45	0.18	0.50
55-20-50	3500	1750	1925	1575	350	0.55	0.45	0.20	0.50
56-28-40	3500	1400	1960	1575	385	0.56	0.45	0.28	0.40
56-24-45	3500	1575	1960	1575	385	0.56	0.45	0.24	0.45
56-22-50	3500	1750	1960	1575	385	0.56	0.45	0.22	0.50
57-24-50	3500	1750	1995	1575	420	0.57	0.45	0.24	0.50
58-26-50	3500	1750	2030	1575	455	0.58	0.45	0.26	0.50

試験, JIS A 1135 に準じた密度・吸水率試験, および JIS A 1104 に準じた実積率試験, さらに BS-812 に準じた骨材の破碎試験によって破碎強度の値を明らかにした。

3 実験結果および考察

3.1 配合パラメータ 枠組み試験結果

製造した造粒物の内、一定量が確保できた 15 種類の配合造粒物について各試験を行いその結果をまとめた。各配合と骨材強度の関係を図-1, 図-2 および図-3 に示す。図-1 からは $W/Bas=0.60$ の点をピークとして山なりに強度の値が変化していることが明らかとなった。また、図-2 および図-3 からは、セメント量の増加に伴って強度が増加する

キーワード: 焼却灰, 造粒, 粗骨材, 密度, 破碎値

連絡先: 〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 秋田大学工学資源学部 tel: 018-889-2367, fax: 018-837-0407

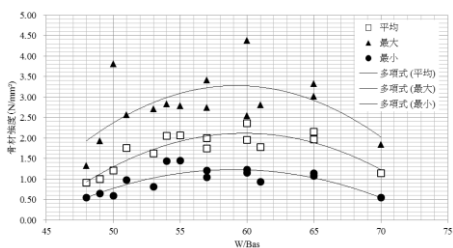


図-1 W/Basと骨材強度の関係

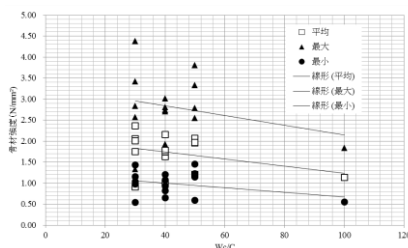


図-2 Wc/Cと骨材強度の関係

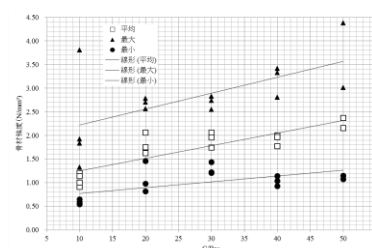


図-3 C/Basと骨材強度の関係

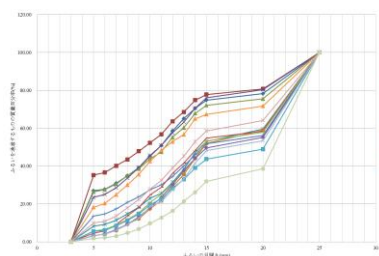


図-4 粒度分布図

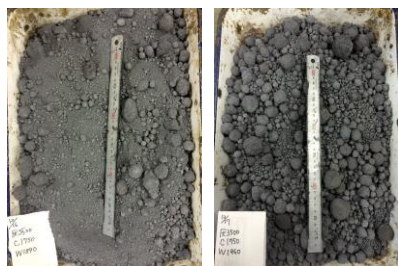


図-5 54-18-50

図-6 56-22-50

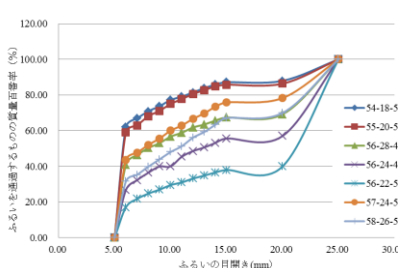


図-7 粒度分布

という関係性を確認できる。なお、密度・吸水率試験に関しては一定量が確保できた7配合に対して試験を行ったが顕著な違いは見られなかった。強度が高く、かつ粒度分布において5mm~20mmの割合が多くを占める配合を最も高品質な造粒物とし、配合パラメータ決定のための基準とした。

3.2 セメント系固化材を用いた練混ぜ試験結果

前節での結果を踏まえて表-1に示す配合で造粒固化を行った。2.2節に記した外觀評価の留意点に基づき、その評価の一例を図-5および図-6に示す。図-5では5~20mmの粒径造粒物が少なく、粒同士が塊になっている造粒物を含むものは低評価と判定し、その一方で図-6のように比較的5~20mmの粒径造粒物が多くを占め、かつ一粒ずつが独立している配合を高評価とした。

3.3 粗骨材の試験製造結果

表-1に示す7種類の配合の造粒物に対し、ふるい分け試験および密度・吸水率試験を行った。さらにその7種類の配合からW/Basを0.56の1種類に絞込み、その上でC/Basを0.40と0.45, 0.50の3種類に決定して破砕試験を行った。追加試験としてW/Basを0.57, 0.58, C/Basを0.50とした2種類の配合についても同様に破砕試験を行い、各パラメータと40t破砕値の関係をまとめた。図-8からはW/Bas=0.57の時に若干山なりになるがほぼ平衡、図-9および図-10からはセメント量の増加に伴う骨材強度の低下傾向がわずかに見られるが、既往の研究⁴⁾⁵⁾におけるデータと比較すれば、相関は認められないと述べる事ができる。

4. まとめ

本研究では廃棄物焼却灰をセメント系材料で固化・造粒し、軽量粗骨材として適用することを想定し、骨材の物性試験を行った。その結果、灰に対する水分量の調整、セメント系材料との比を適切に選定することで、人工軽量粗骨材の製造が可能であることを明らかにした。しかし、本研究で製造した粗骨材は吸水率も高いため、今後、コンクリート用骨材として使用するにあたって、詳細な検討が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 西林新蔵ほか: 点載荷圧裂試験による人工軽量骨材の強度に関する研究, 土木学会論文報告集 vol.199, pp89-96, 1972
- 2) 徳重英信ほか: 軽量ポーラスコンクリートの物理的性質に及ぼす骨材粒径の影響, コンクリート工学年次論文集, vol.23.No.1, 2001
- 3) ALA 人工軽量骨材協会ホームページ: <http://suites.is-assoc.co.jp/~ala/>
- 4) 爾見軍治ほか: コンクリート用骨材の破砕値とコンクリートの強度, 第20回セメント技術年報, pp.292-297
- 5) 鶴田浩章: 粗骨材の破砕値が及ぼす高強度コンクリートの圧縮強度への影響, 土木学会論文報告集 vol20, pp991-996, 1998

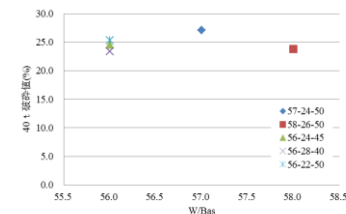


図-8 W/Basと40t破砕値の関係

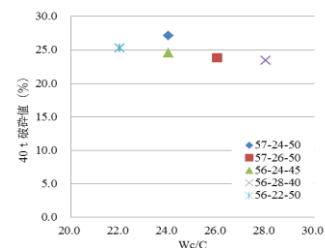


図-9 Wc/Cと40t破砕値の関係

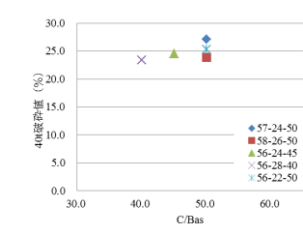


図-10 C/Basと40t破砕値の関係